

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 9 月 30 日 (30.09.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/083015 A1

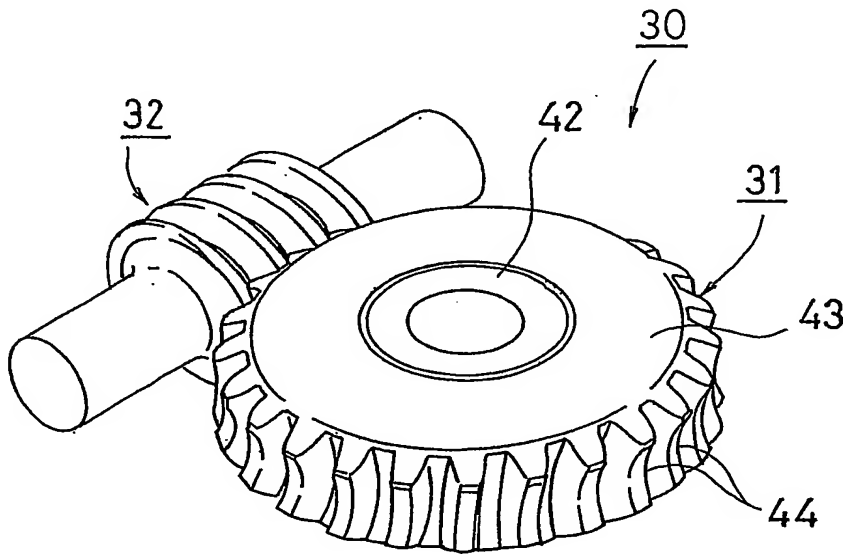
- (51) 国際特許分類⁷: B62D 5/04, F16H 55/06, C10M 169/04
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/003629
(22) 国際出願日: 2004 年 3 月 18 日 (18.03.2004)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2003-74748 2003 年 3 月 19 日 (19.03.2003) JP
特願2003-345192 2003 年 10 月 3 日 (03.10.2003) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本精工株式会社 (NSK LTD.) [JP/JP]; 〒141-8560 東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 矢部 俊一 (YABE, Toshikazu) [JP/JP]; 〒251-0021 神奈川県藤沢市 鶴沼神明一丁目 5 番 50 号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 村上 豪 (MURAKAMI, Takeshi) [JP/JP]; 〒251-0021 神奈川県藤沢市 鶴沼神明一丁目 5 番 50 号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 高城 敏己 (TAKAJO, Toshimi) [JP/JP]; 〒251-0021 神奈川県藤沢市 鶴沼神明一丁目 5 番 50 号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP).
(74) 代理人: 貞重 和生 (SADASHIGE, Kazuo); 〒107-0052 東京都港区赤坂 1 丁目 6 番 7 号 第 9 興和ビル別館 5 階 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC POWER STEERING DEVICE AND RESIN GEAR USED FOR THE SAME

(54) 発明の名称: 電動パワーステアリング装置及びそれに使用する樹脂歯車



(57) Abstract: An electric power steering device having a resin gear used in a speed reduction gear mechanism and the resin gear used for the device, the speed reduction gear mechanism further comprising a drive gear (31) which is the resin gear integrally formed by fitting a resin part (43) having gear teeth (44) formed on the outer peripheral surface thereof to the outside of a metal core (43) and a drive gear (32) meshed with the driven gear. The resin part (43) of the resin gear is formed of a resin composition using, as a base resin, a polyamide resin containing 10 to 50 wt.% glass fibers of 5 to 9 μ m in diameter, and has excellent wear resistance, durability, and dimensional stability. Grease on the meshed surfaces of the gears has such a composition that includes a

thickener and a 3 to 10 wt.% wax of 70 to 130°C n melting point or softening point in a base oil formed mainly of at least one type of oils selected from mineral oil, poly α -olefin oil, alkylpolyphenylether.

(57) 要約: 減速歯車機構に樹脂歯車を使用した電動パワーステアリング装置と、それに使用する樹脂歯車である。減速歯車機構は金属製芯金42の外側に外周面にギア歯44が形成された樹脂部43が一体に構成された樹脂歯車である従動歯車31と、この従動歯車に噛合する駆動歯車32とから構成される。樹脂歯車の樹脂部43は直径5~9 μ mの範囲のガラス繊維を10~50重量%含有するポリアミド樹脂をベース樹脂とする樹脂組成物からなり、耐摩耗性、耐久性、及び寸法安定性に優れている。また、歯車の噛合面に介在するグリースは、鉱油、ポリ α -オレフィン油、アルキルポリフェニルエーテルから選ばれる少なくとも一種を主成分とする基油に、増ちょう剤及び融点あるいは軟化点が70~130°Cの範囲にあるワックスを3~10重量%の範囲で含む組成である。



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY,

CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

規則4.17に規定する申立て:

— USのための発明者である旨の申立て (規則4.17(iv))

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

電動パワーステアリング装置及びそれに使用する樹脂歯車

技術分野

この発明は、電動パワーステアリング装置、特に樹脂歯車をパワーアシスト部を構成する歯車減速機構に使用した電動パワーステアリング装置、及びそれに使用する動力伝達に適した樹脂歯車に関する。

背景技術

車両用の電動パワーステアリング装置では、電動モータに比較的高回転、低トルクのもので使用されるため、電動モータとステアリングシャフトとの間に歯車減速機構が組み込まれている。歯車減速機構としては、平歯車その他の歯車を使用した歯車減速機構も知られているが、一組で大きな減速比が得られる等の理由から、ウォームとウォームホイールとから構成される周知のウォーム歯車減速機構を使用するものが一般的である。

このようなウォーム歯車減速機構（以下、単に減速ギアという）では、電動モータの回転軸に連結される駆動歯車であるウォームと、このウォームに噛み合うウォームホイールから構成されている。

このような減速ギアでは、ウォームとウォームホイールの両方を金属製にすると、ハンドル操作時に歯打ち音や振動音等の不快音が発生するという不都合があるので、この対策として、従来は、ウォームを金属製とした場合は、ウォームホイールとして、金属製のハブ、即ち芯金の外周部に合成樹脂材からなるブランク円板を一体に形成し、このブランク円板の円周部に切削その他の手段で歯を形成

して樹脂製の歯部が一体形成された合成樹脂製の歯部を備えたウォームホイールを使用し、歯打ち音や振動音等の不快音の発生を抑えていた。

上記した樹脂ギアの樹脂部の材料としては、耐疲労性、寸法安定性や製造コストを考慮して、補強材を含有しないMC（モノマーキャスト）ナイロン（登録商標）、ガラス繊維等の繊維補強材を配合したポリアミド6、ポリアミド66、ポリアミド46などが使用されている。通常市販されているポリアミド6、ポリアミド66、ポリアミド46などには直径10 μ m或いは13 μ m程度のガラス繊維が含有されている（特公平6-60674号公報参照）。

また、電動パワーステアリング装置で使用されるウォーム減速機構では、2個の玉軸受でウォームが支承されているが、この2個の玉軸受の間の空間には、金属製のウォームと樹脂ギアであるウォームホイールの歯との間の潤滑用にグリースが充填されている。一般的には、基油として、鉱油や、耐熱性を考慮したポリ α -オレフィン油を使用したグリースが使用される。

また、ウォームの両端に配置される玉軸受に予圧を掛けると共に、タイヤ側から微小なキックバックが入力されたときにウォームを軸方向に移動させてモータに回転力が作用しないようにし、ステアリングホイールにのみキックバックの情報を伝達するようにするゴム製のダンパーが取付けられているものがある。通常ゴム材としては、圧縮永久歪みが小さいエチレンアクリルゴムに代表されるアクリルゴムが最も一般的に用いられている。

しかしながら、最近では電動パワーステアリング装置が、軽自動車から排気量1000cc乃至1500ccクラスのエンジンを搭載した自動車にまで使用されるようになり、電動パワーステアリング装置が高出力化され、それに伴って樹脂ギア部の接触面圧Pと周速度Vとの積であるPV値が大きくなってきている。

これに伴い、従来使用されてきたポリ α -オレフィン油を基油とするグリース

では、従動歯車（ウォームホイール）と駆動歯車（ウォーム）との間の潤滑状態が十分に良好であるとは言えなくなってきた。また、MC（モノマーキャスト）ナイロン（登録商標）や、通常市販されている直径 $10\ \mu\text{m}$ 或いは $13\ \mu\text{m}$ 程度のガラス繊維が含有されているポリアミド樹脂では、高PV値での耐摩耗性が十分とは言えなかった。

この結果、高PV値での長期間の電動パワーステアリング装置の運転によって一時的な油膜切れが発生し、徐々に歯車の歯面の摩耗が進行して、従動歯車（ウォームホイール）と駆動歯車（ウォーム）との噛合部におけるバックラッシュが増大する可能性があった。それにより、操舵感覚が悪化したり、異音（歯打ち音）が発生することが予想され、また歯車の変形、場合によっては破損して電動パワーステアリング装置全体が機能しなくなるおそれもあった。

また、上記したポリアミド系樹脂は、耐疲労性に優れるものの、吸水性が高く、水分を吸収してウォームホイールのギアの歯部分が膨張し、製造初期にはウォームとウォームホイールとの間に存在していた隙間が無くなったり、更に膨張してウォームを圧迫する可能性があった。

このようにウォームホイールが膨張すると、ウォームとウォームホイールとの間の摩擦抵抗が大きくなってハンドル操作が重くなったり、ギア部の圧迫や摩擦抵抗の増大によりギア部が摩耗或いは破損して、電動パワーステアリング装置が機能しなくなってしまうという不都合が発生する。

この発明は、上記課題を解決することを目的とするもので、ギア部が摩耗或いは破損を防止し、且つ、従動歯車（ウォームホイール）と駆動歯車（ウォーム）との間に、高温作動時に有効な潤滑効果を発揮するワックスを含有するグリースを使用し、また、繊維補強材として従来よりも細いガラス繊維を含有するポリアミド系樹脂で樹脂部を構成することで吸水による寸法変化を抑制し、ギア部が摩

耗或いは破損するおそれのない、動力伝達に適した樹脂歯車をパワーアシスト部を構成する歯車減速機構に使用した電動パワーステアリング装置と、それに使用する樹脂歯車を提供するものである。

発明の開示

この発明に係る電動パワーステアリング装置は、樹脂歯車である従動歯車とこれに嚙合する駆動歯車からなる歯車減速機構を使用する。樹脂歯車は、金属製ハブの外周に、外周面にギア歯が形成された樹脂部が一体に構成されており、前記樹脂部は、直径 $5\ \mu\text{m}$ ～ $9\ \mu\text{m}$ の範囲のガラス繊維を 10 ～ 50 重量% 含有するポリアミド樹脂をベース樹脂とする樹脂組成物から構成されている。

そして、前記金属製ハブと前記樹脂部との間に、片末端にエポキシ基或いはアミノ基のいずれかを有するシランカップリング剤からなる接着層を設けてもよい。前記ガラス繊維は、直径 $6\ \mu\text{m}$ ～ $8\ \mu\text{m}$ の範囲のものを使用してもよい。また、その繊維長は $100\ \mu\text{m}$ ～ $900\ \mu\text{m}$ の範囲のものを使用する。

そして、前記樹脂部は、前記ガラス繊維の一部が炭素繊維で置換された、ポリアミド樹脂をベース樹脂とする樹脂組成物から構成するとよい。

さらに、歯車の嚙合面に介在するグリースは、鉱油、ポリ α -オレフィン油、アルキルポリフェニルエーテルから選ばれる少なくとも一種を主成分とするものを基油とし、増ちょう剤及び融点あるいは軟化点が $70 \sim 130^\circ\text{C}$ の範囲にあるワックスを 3 ～ 10 重量% の範囲で含む組成のものを使用するとよい。

そして、前記樹脂歯車は、ウォームホイール、はすば歯車、平歯車、かさ歯車またはハイポイドギアのいずれにも適用することができる。

図面の簡単な説明

第 1 図は、この発明の電動パワーステアリング装置の構成を説明する正面図。

第 2 図は、第 1 図に示す電動パワーステアリング装置のウォーム歯車減速機構の構成を説明する部分断面図。

第 3 図は、ウォーム歯車減速機構のウォームとウォームホイールの構成を示す斜視図。

第 4 図は、平歯車の外観を示す斜視図。

第 5 図は、はすば歯車の外観を示す斜視図。

第 6 図は、かさ歯車の外観を示す斜視図。

第 7 図は、ハイポイドギアの外観を示す斜視図。

第 8 図は、グリースに配合する添加剤の種類と配合量を説明する図。

第 9 図は、第 1 の試験における摩耗試験結果を説明する図。

第 10 図は、第 1 の試験における耐久性試験結果を説明する図。

第 11 図は、第 2 の試験における寸法安定性と耐久性試験結果を説明する図。

第 12 図は、第 2 の試験における摩耗試験結果を説明する図。

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明の実施の形態について説明する。

[電動パワーステアリング装置の構成]

第 1 図は、この発明に係るコラム式の電動パワーステアリング装置 10 の構成を説明する正面図で、この発明による動力伝達に適した樹脂歯車を減速機構に使用したものである。第 1 図において、11 は舵輪軸、12 は舵輪軸ハウジング、13 は電動モータ、20 はラック・ピニオン式運動変換機構を示す。

舵輪軸 11 は、第 1 図では図示されていないが、上部舵輪軸 11a と下部舵輪軸 11b とから構成され、舵輪軸 11 は舵輪軸ハウジング 12 の内部に軸心回り

に回転自在に支承されており、舵輪軸ハウジング 1 2 は、車室内部の所定位置に下部を前方に向けて傾斜した状態に固定されている。また、上部舵輪軸 1 1 a の上端には、図示されていない舵輪が固定されている。

さらに、上部舵輪軸 1 1 a と下部舵輪軸 1 1 b とは、図示されていないトーションバーにより結合されており、舵輪から上部舵輪軸 1 1 a を経て下部舵輪軸 1 1 b に伝達される操舵トルクが、トーションバーにより検出され、検出された操舵トルクに基づいて電動モータ 1 3 の出力が制御される。

ラック・ピニオン式運動変換機構 2 0 は、長手方向を車両の左右方向として車両前部のエンジンルーム内にほぼ水平に配置され、軸方向に移動自在なラック軸 2 1 と、ラック軸 2 1 の軸心に対して斜めに支承されてラック軸 2 1 の歯部に噛合する歯部を備えたピニオンを含むピニオン軸 2 2、及びラック軸 2 1 とピニオン軸 2 2 を支承する筒状のラック軸ケース 2 3 とから構成される。

ピニオン軸 2 2 と下部舵輪軸 1 1 b の下部とは、2 個の自在継手 2 5 及び 2 6 で連結されている。また、下部舵輪軸 1 1 b の中間部分には後述するウォーム歯車減速機構 3 0 が配置され、電動モータ 1 3 から下部舵輪軸 1 1 b に対して操舵補助力が供給されるように構成されている。

第 2 図は、上記した電動パワーステアリング装置 1 0 のウォーム歯車減速機構 3 0 の構成を示す部分断面図で、3 1 はウォームホイール、3 2 はウォームホイール 3 1 に噛合するウォーム、3 3 はギアケースである。ウォーム 3 2 はその両端にウォーム軸 3 2 a、3 2 b が一体に形成されており、ウォーム軸 3 2 a、3 2 b はそれぞれギアケース 3 3 に装着された玉軸受 3 4 a、3 4 b により回転自在に支承されている。また、ウォーム軸 3 2 b は、電動モータ 1 3 の駆動軸 1 3 a にスプライン、或いはセレーション結合している。

ウォームホイール 3 1 のハブ、即ち芯金 4 2 は下部舵輪軸 1 1 b に結合し、電

動モータ 1 3 の回転はウォーム 3 2、ウォームホイール 3 1 を経て下部舵輪軸 1 1 b に伝達される。

第 3 図は、この発明の実施の形態のウォーム歯車減速機構 3 0 のウォームホイール 3 1 及びウォーム 3 2 の構成を示す斜視図で、ウォームホイール 3 1 は、金属製のハブ、即ち芯金 4 2 の外周面に、適宜クロスローレット加工を施すなどの加工を行い、その加工面に直径 5 ～ 9 μm の範囲のガラス繊維を 1 0 ～ 5 0 重量 % 含有するポリアミド樹脂をベース樹脂とする樹脂組成物からなり、その外周端面にギア歯 4 4 を形成し樹脂部 4 3 を一体形成して構成されている。

一方、ウォーム 3 2 は従来のウォームと同じく金属製のものとする。このウォーム 3 2 は、必要に応じて熱処理や窒化处理等を実施して表面硬度を高め、ウォームホイール 3 1 に含まれるガラス繊維に対する耐摩耗性を向上させてもよい。また、ウォームホイール 3 1 との摺動によって発生する摺動音を考慮すると、表面粗さ R_a が 0. 0 2 ～ 0. 2 μm 、より好ましくは 0. 0 2 ～ 0. 0 6 μm の範囲にすると摺動音の低減が達成できる。表面粗さ R_a が 0. 0 2 μm 未満は加工が困難でコストを高めるので実用的でない。表面粗さ $R_a = 0. 0 2 \sim 0. 0 6 \mu\text{m}$ を達成する方法としては、研磨処理後、バレル処理を行う方法が実用的である。

[ウォームホイールの材料]

ウォームホイール 3 1 の樹脂部 4 3 は、耐疲労性に優れるポリアミド 6、ポリアミド 6 6、ポリアミド 4 6 をベース樹脂とすることが好ましい。ポリアミド樹脂の分子量は、ガラス繊維含有状態で射出成形できる範囲、具体的には数平均分子量で 1 3 0 0 0 ～ 2 8 0 0 0、より好ましくは、耐疲労性、成形性を考慮すると、数平均分子量で 1 8 0 0 0 ～ 2 6 0 0 0 の範囲である。

数平均分子量が 1 3 0 0 0 未満の場合は分子量が低すぎて耐疲労性が悪く、実

用性が低い。それに対して数平均分子量が28000を越える場合は、ガラス繊維の実用的な含有量15～35重量%を含ませると、熔融粘度が高くなりすぎ、樹脂歯車を精度良く射出成形で製造することが難しくなり、好ましくない。

また、これらのベース樹脂に、他のポリアミド樹脂や、ウォームとウォームホイールとの間に一般的に使用される低極性基油からなるグリース基油への濡れ性を改善する酸無水物で変性されたポリオレフィン樹脂などの樹脂を組み合わせたり、耐衝撃性を改善するエチレンプロピレン非共役ジエンゴム（EPDM）等のゴム状物質を組み合わせてもよい。

これらのベース樹脂は、樹脂単独でも一定以上の耐久性を示し、ウォームホイール31の相手材である金属製のウォーム32の摩耗に対して有利に働き、減速ギアとして十分に機能する。しかしながら、より過酷な使用条件で使用されるとギア歯44が摩耗したり破損することも予想されるので、信頼性を高めるために補強材を配合することが好ましい。

補強材としては、直径が5～9 μm の範囲、より好ましくは6～8 μm の範囲に入るガラス繊維を使用するものとし、ベース樹脂であるポリアミド樹脂との接着性を考慮して、片端末にエポキシ基やアミノ基などを有するシランカップリング剤で表面処理するものとする。

ガラス繊維の表面に結合されたシランカップリング剤は、片端末に存在するエポキシ基やアミノ基などの官能基がポリアミド樹脂のアミド結合に作用し、ガラス繊維の補強効果を向上させると共に、吸水による寸法変化を抑制する効果もある。

つまり、ポリアミド樹脂中に同じ重量含有率でガラス繊維を含有させた場合、従来の直径10～13 μm のものよりも、より細い直径5～9 μm のものを使用する方が、アミド結合に作用するガラス繊維の本数が増加し、それにより、引張

強度などの機械的強度、曲げ疲労強度などの耐疲労性が向上するほか、吸水による寸法変化を抑制する効果が大きくなる。

但し、直径が $5\ \mu\text{m}$ 未満のガラス繊維を使用すると、耐衝撃強度などの機械的強度が低下する傾向があると共に、製造コストが高くなって実用性が低くなり、好ましくない。

また、ガラス繊維の繊維長は、 $100\sim900\ \mu\text{m}$ の範囲、より好ましくは $300\sim600\ \mu\text{m}$ の範囲である。繊維長が $100\ \mu\text{m}$ 未満の場合は、短かすぎて補強効果及び吸水による寸法変化の抑制効果が少なく、好ましくない。また、繊維長が $900\ \mu\text{m}$ を越える場合は、補強効果及び寸法変化の抑制効果が向上するものの、樹脂部成形工程での繊維の破損や、配向性の低下による成形精度の悪化が想定されるようになり、外径部に歯形状を有する樹脂部の成形が困難になり、好ましくない。

ガラス繊維の含有量は、樹脂全体の $10\sim50$ 重量%、より好ましくは $15\sim35$ 重量%である。ガラス繊維の配合比率が 10 重量%未満の場合には、機械的強度及び吸水による寸法変化の抑制効果が少なく、好ましくない。また、ガラス繊維の配合比率が 50 重量%を越える場合は、ウォーム32を損傷し易くなり、ウォーム32の摩耗が促進されて減速ギアとしての耐久性が不足する可能性があり、好ましくない。

以上説明した繊維径 $5\sim9\ \mu\text{m}$ のガラス繊維は、吸水による寸法変化を抑制するほか、従来の繊維径 $10\sim13\ \mu\text{m}$ のガラス繊維に比べて、同じ配合量（重量%）で実質のガラス繊維の本数が増加する。そのため、ガラス繊維の本数が増加した分だけ荷重を受けることが可能になり、高面圧で使用しても樹脂歯部分に摩耗が発生しにくくなる。それによって、ギアのコンパクト化による高面圧使用条件にも対応が可能となる。

なお、補強材としてのガラス繊維の一部を炭素繊維などの繊維状物、或いはチタン酸カリウムウィスカーなどのウィスカー状物に置き換えてもよく、また着色剤などを加えてもよい。

更に、添加剤として樹脂に、成形時及び使用時の熱による劣化を防止するために、ヨウ化物系熱安定剤やアミン系酸化防止剤を、それぞれ単独あるいは併用して添加することが好ましい。

また、ベース樹脂であるポリアミド樹脂の吸水による寸法変化をさらに抑制するために、芯金外周部と樹脂部内周部との間に接着層を設けるとさらに効果的である。接着層を形成するには、一例として、芯金外周部にシランカップリング剤を塗布してから樹脂部を加熱圧入し、その後高周波加熱を行う方法がある。

高周波加熱を行うと、強固な接着層が形成されると同時に、芯金外周部に隣接する樹脂部内周部（界面）のみが熔融し、圧入によって発生した残留応力の除去を併せて行うこともできる。高周波加熱時の芯金部分の温度は、200～450℃で行うと接着力が強固になる。加熱雰囲気は大気中でもよいが、アルゴンガス等の不活性ガス雰囲気中で行うと樹脂等の酸化劣化が抑制され、好適である。

接着に使用されるシランカップリング剤は、その化学構造の一端に加水分解性基であるアルコキシ基を有しており、このアルコキシ基が加水分解して水酸基に変化し、この水酸基が金属表面の水酸基と脱水縮合を起こすことにより、金属との間で高い結合力を持つ共有結合を形成する。また、他端には有機官能基を有しており、この有機官能基がポリアミド樹脂の分子構造中のアミド結合と結合する。そして、これらの結合により芯金42と樹脂部43とが強固に結合される。

なお、有機官能基としては、アミノ基、エポキシ基が好適であり、このような有機官能基を有するシランカップリング剤としては、γ-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、β（3、4-エポキシシクロヘキシル）エチルトリメトキ

シシラン、 γ -アミノプロピルトリエトキシシシラン、N- β -(アミノエチル)- γ -アミノプロピルトリエトキシシシラン、 γ -ウレイドプロピルトリエトキシシシラン等が挙げられる。特に、有機官能基としてエポキシ基をもつものは、アミド結合との反応性が高く、より好ましい。

接着層を芯金 4 2 の外周部とより強固に結合させるためには、芯金 4 2 の外周面に表面水酸基を増やすのがよいが、このためには酸素プラズマ等による表面処理を施すと、更に好適である。

また、接着力の増加を含めて、芯金 4 2 と樹脂部 4 3 との密着性の向上と芯金 4 2 との境界部の滑り抜け防止を目的にして、芯金 4 2 の外周面には、予めショットブラストやローレット加工等を施しておいてもよく、特にローレット加工が好ましい。ローレット加工の V 字状の溝の深さは 0.2 ~ 0.8 mm、特に 0.3 ~ 0.7 mm が適当である。

[グリース]

次に、樹脂製ウォームホイールの歯部分と金属製ウォームの歯部分との潤滑状態を良好に保つグリースについて説明する。

本発明に使用されるグリースは、増ちょう剤と基油とを主成分とし、更に高面圧下の樹脂製ウォームホイールとウォームとの潤滑を良好に維持する融点あるいは軟化点が 70 ~ 130℃ の範囲にあるワックスを添加した構成である。基油は、鉱油、ポリ α -オレフィン油、アルキルポリフェニルエーテルから選ばれる少なくとも一つであり、増ちょう剤は、アミンとイソシアネートからなるウレア化合物、Li 石けん、Li コンプレックス石けん、Ba 石けん、Ba コンプレックス石けん等である。これらの増ちょう剤の中でポリアミドに構造が類似のウレア結合を有するウレア化合物が、ポリアミド樹脂への吸着性に優れ特に好ましい。

融点あるいは軟化点が70～130℃の範囲にあるワックスは、常温では固体で微粒子の状態で分散しており、樹脂製ウォームホイールとウォームとが摺接して温度が上昇すると、その嚙合部分で高粘度の液体となる。この高粘度の液体は、温度上昇により低粘度化する基油に相溶して液体自体(基油+ワックスの相溶物)の粘度を上昇させて全体として嚙合部分から液体の排出を防止すると共に、相溶しないで一部残った状態でも嚙合部分に残存し、高面圧下でも良好な潤滑状態を維持する。

これらのワックスの具体例としては、モンタン酸エステルワックス、モンタン酸エステル部分けん化ワックス等のエステル系ワックス、ポリエチレンワックス等の炭化水素系ワックス、ステアロアミド、ラウリルアミド、ベヘンアミド等の脂肪酸アミド等を使用することができ、この中では上記説明した基油への相溶性が高い炭化水素系ワックスが最も好ましい。これらのワックスの添加量は、グリース組成中に3～10重量%、より好ましくは4～8重量%である。添加量が3重量%未満の場合、作動時の液体自体の相溶による粘度上昇が十分といえず、潤滑状態の改善が十分に行われず、好ましくない。添加量が10重量%を越えると、グリースのちょう度が低下すると共に、相溶時の粘度上昇が高過ぎて、ギアの作動時のトルクが上昇し、結果として作動性が悪くなり好ましくない。

また、基油には、ポリアミド樹脂への濡れ性を改善させるために、ジエステル油、ポリオールエステル油、芳香族エステル油等を添加してもよい。具体的にはジエステル油としては、ジオクチルアジペート(DOA)、ジイソブチルアジペート(DIBA)、ジブチルアジペート(DBA)、ジオクチルアゼレート(DOZ)、ジブチルセバケート(DBS)、ジオクチルセバケート(DOS)等を挙げることができる。

ポリオールエステル油としては、C4～C18のアルキル鎖が誘導されたペン

タエリスリトールエステル油、ジペンタエリスリトールエステル油、トリペンタエリスリトールエステル油、ネオペンチル型ジオールエステル油、トリメチロールプロパンエステル油等を挙げることができる。

また、芳香族エステル油としては、トリオクチルトリメリテート（TOTM）、トリデシルトリメリテート、テトラオクチルピロメリテート等を挙げることができる。

これらのエステル系基油は、それぞれ単独で、あるいは混合してグリース組成物全量に対して1～20重量%の範囲、更に好ましくは2～10重量%の範囲で添加される。添加量が1重量%未満では濡れ性の改善効果が十分に得られず、一方20重量%を越える量を添加しても濡れ性の改善に大きな効果が得られなくなると共に、エステル化合物の絶対量が増えることで、ウォームの軸方向移動を許容するゴム製のダンパーなど他の部品に膨潤等の悪影響を及ぼすことも想定される。

更に、このグリースには、酸化安定剤や防錆性等を向上させるために他の添加物を加えることもできる。例えば、アミン系やフェノール系の酸化防止剤、Caスルホネート等の防錆剤、MoDTC等の極圧添加剤などである。

以上、本発明の実施の形態では、電動パワーステアリング装置の歯車減速機構としてウォーム歯車減速機構を例示し、またそこに使用される歯車として樹脂歯車であるウォームホイールを例として、その樹脂歯車の材料や使用するグリースなどを説明したが、樹脂歯車はウォームホイールに限られるものではなく、種々の変更が可能である。例えば歯車形状として、第4図に示す平歯車、第5図に示すはすば歯車、第6図に示すかさ歯車、第7図に示すハイポイドギア等が可能である。

〔ウォームホイールの寸法安定性、耐久性、耐摩耗性試験と評価結果〕

次に、ウォームホイールの寸法安定性、耐久性、耐摩耗性試験と評価結果について説明する。

A. 第1の試験と評価結果

第1の試験では、ウォームホイールの複数の実施例及び比較例について、耐久性、及び耐摩耗性についての試験を行い、評価した。なお、本発明は、以下説明する実施例及び比較例により何等制限されるものではない。

a. 樹脂ギア部

(1) 構成1

芯金：溝の深さ0.5mmのローレット加工を施した外径65mm、幅16mmのスチール鋼（材料記号S45C）

樹脂：ポリアミド6（直径6 μ mのガラス繊維（GF）を30重量%含有、宇部興産（株）製UBEナイロン（登録商標）、ヨウ化銅系熱安定剤含有）、直径6 μ mのガラス繊維とは、平均直径が概ね6 μ mのガラス繊維のことであり、直径で5～7 μ mの範囲のガラス繊維が含まれる。

樹脂部成形：芯金をコアにしてインサート成形

成形時樹脂部外径形状：切削代を残したはすば形状を有し、内径64mm、外径83mm、幅15.5mm

成形後、樹脂部の歯を更に切削加工し、最終的にウォームホイール形状に仕上げた。

(2) 構成2

樹脂に混合するガラス繊維（GF）として直径8 μ mのものを使用、その他は実施例1と同じ。ここで、直径8 μ mのガラス繊維とは、平均直径が概ね8 μ mのガラス繊維のことで、直径で7～9 μ mの範囲のガラス繊維が含まれる。

(3) 構成 3

芯金：溝の深さ 0.5 mm のローレット加工を施した外径 65 mm、幅 16 mm のスチール鋼（材料記号 S45C）。脱脂してから、接着層形成を目的として、エポキシ基を有するシランカップリング剤である γ-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン（日本ユニカー（株）製「A-187」の 10 重量%メタノール溶液に浸漬後、大気中で乾燥して芯金表面にシランカップリング剤の被膜を形成した。

樹脂：ポリアミド 6（直径 6 μm のガラス繊維（GF）を 30 重量%含有、宇部興産（株）製 UBE ナイロン（登録商標）、ヨウ化銅系熱安定剤含有）

樹脂部成形：芯金と別体に成形

成形時樹脂部外径形状：切削代を残したはすば形状を有し、内径 64 mm、外径 83 mm、幅 15.5 mm

高周波融着：吸水処理を行なった樹脂部を、温度 140℃ で 20 分加熱し、樹脂部を膨張させてから芯金に圧入した。その後、芯金温度が 350℃ に上昇するまでアルゴンガス中で高周波加熱して芯金に樹脂部を融着（接着）し、水中に入れて急冷した。その後、樹脂部に歯を切削加工し、最終的にウォームホイールに仕上げた。

(4) 構成 4（比較例 1）

構成 1 と殆ど同じであるが、樹脂に混合するガラス繊維（GF）として直径 10 μm のものを使用。ここで、直径 10 μm のガラス繊維とは、平均直径が概ね 10 μm のガラス繊維のことであり、直径で 9 ~ 11 μm の範囲のガラス繊維が含まれる。

(5) 構成 5（比較例 2）

構成 1 と殆ど同じであるが、樹脂に混合するガラス繊維（GF）として直径 1

3 μm のものを使用。ここで、直径 13 μm のガラス繊維とは、平均直径が概ね 13 μm のガラス繊維のことであり、直径で 12 ～ 14 μm の範囲のガラス繊維が含まれる。

b. グリースの調製

第 8 図は、グリースに配合する添加剤の種類と配合量を説明する図で、グリースにはポリ α -オレフィン油（100℃で 8 mm²/s）を基油とし、脂肪族ジウレア化合物を増ちょう剤とするベースグリース（増ちょう剤量：13 重量%）に第 8 図に示す各種添加剤（ワックス、酸化防止剤、防錆剤）を配合して、ちょう度番号 No. 2 の、組成 A、組成 B、組成 C の 3 種類のグリースを調製した。

ワックス：ポリエチレンワックス（三井化学（株）社製 三井ハイワックス 320P（分子量 3000、軟化点 114℃））

酸化防止剤：4, 4'-ジオクチルジフェニルアミン（精工化学（株）社製 ノンフレックス OD-RH）

防錆剤：中性カルシウムスルホネート（（株）松村石油研究所製 モレスコアンバー SC45N（鉱油含有量 54%））。

c. 試験装置における樹脂ギア及びグリースの組み合わせ

試験装置には、上記した樹脂ギアの構成 1 ～ 構成 5 と、上記したグリースの組成 A、組成 B、組成 C を、以下に示す組み合わせにより設定した。

（実施例 1） 樹脂ギア：構成 1 グリース：組成 A

（実施例 2） 樹脂ギア：構成 2 グリース：組成 A

（実施例 3） 樹脂ギア：構成 3 グリース：組成 A

（比較例 1） 樹脂ギア：構成 4 グリース：組成 A

（比較例 2） 樹脂ギア：構成 5 グリース：組成 A

（比較例 3） 樹脂ギア：構成 1 グリース：組成 B

(比較例 4) 樹脂ギア：構成 1 グリース：組成 C

(比較例 5) 樹脂ギア：構成 5 グリース：組成 B。

d. 耐摩耗性についての試験方法と評価結果

実際の電動パワーステアリング装置におけるウォーム（金属製）とウォームホイール（樹脂ギア）との潤滑状態をシュミレートするため、実施例 1、2 と比較例 1～5 で使用した樹脂材料と同じ材料で板状試験片を作成し、この試験片を、直径 6.35 mm の鋼製ボール（S U J 2）を、120 度間隔で 3 個配したボールオンディスク試験装置の回転する鋼製ボール（ボール頂点の接触部周速 1 m/秒）に接触させ、耐摩耗性を評価した。雰囲気温度 80℃に設定し、試験片とボールとの間にグリース（組成 A、組成 B、組成 C）を介在させた状態で、荷重を 2 kg から 0.5 kg ずつ増加させながら、各荷重の下で 8 時間連続回転させて試験片の摩耗状態を観察した。摩耗試験結果を第 9 図に示す。

第 9 図から明らかなように、補強材として従来よりも細いガラス繊維を混入した樹脂ギアと、ワックスが規定量含有されたグリースとの組み合わせたとき、高荷重で実質高面圧で使用しても摩耗の発生が認められず、耐摩耗性が向上したことが分かる。

e. 耐久性についての試験方法と評価結果

耐久性の試験は、上記実施例 1 乃至 3 と比較例 1～5 を実際の電動パワーステアリング装置に組み込みグリースを充填し（ウォームホイールの樹脂部分の外周面、及びウォームの表面にグリースを万遍なく塗布）、環境条件 1 では雰囲気温度を 80℃、相対湿度を 30%に設定し、環境条件 2 では雰囲気温度を 80℃、相対湿度を 70%に設定し、10 万回の操舵を行い、ウォームホイールの摩耗量が初期値から 40 μ m 以下を合格とした。なお、摩耗量は 1 万回の操舵ごとに測定した。また、吸水による寸法変化により、樹脂ギアとウォームとの間の間隔が

減少し、作動性（作動トルク）が20%以上増加したものを不合格とした。耐久性試験結果を第10図に示す。

環境条件1では、第9図に示す摩耗が発生しない最大荷重の傾向と、摩耗量が基準を越える耐久回数の傾向とがほぼ一致している。吸水寸法変化の影響が大きくなる環境条件2では、高周波融着による接着を組み合わせた実施例3のみが10万回の操舵に耐えて合格と判定され、実施例1及び2では摩耗量は基準を越えなかったが、吸水による寸法変化により作動性が悪化して不合格と判定された。

B. 第2の試験と評価結果

第2の試験では、以下に示すウォームホイールの複数の実施例及び比較例について、寸法安定性、耐久性及び耐摩耗性についての試験を行い評価した。なお、本発明は、以下の実施例及び比較例により何等制限されるものではない。

a. 実施例及び比較例の構成

（実施例11）

芯金：溝の深さ0.5mmのローレット加工を施した外径65mm、幅16mmのスチール鋼（材料記号S45C）

樹脂：ポリアミド6に、直径6 μ mのガラス繊維（GF）を30重量%含有、宇部興産（株）製UBEナイロン（登録商標）、ヨウ化銅系熱安定剤含有）

直径6 μ mのガラス繊維とは、平均直径が概ね6 μ mのガラス繊維のことであり、直径で5～7 μ mの範囲のガラス繊維が含まれる。

樹脂部成形：芯金をコアにしてインサート成形

成形時樹脂部外径形状：切削代を残したはすば形状を有し、内径64mm、外径83mm、幅15.5mm

成形後、樹脂部の歯を更に切削加工し、最終的にウォームホイール形状に仕上

げた。

(実施例 1 2)

樹脂に混合するガラス繊維 (GF) として直径 $7\ \mu\text{m}$ のものを使用、その他は実施例 1 1 と同じ。ここで、直径 $7\ \mu\text{m}$ のガラス繊維とは、平均直径が概ね $7\ \mu\text{m}$ のガラス繊維のことで、直径で $6\sim 8\ \mu\text{m}$ の範囲のガラス繊維が含まれる。

(実施例 1 3)

芯金：溝の深さ $0.5\ \text{mm}$ のローレット加工を施した外径 $65\ \text{mm}$ 、幅 $16\ \text{mm}$ のスチール鋼 (材料記号 S 4 5 C)。脱脂してから、接着層形成を目的として、エポキシ基を有するシランカップリング剤である γ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン (日本ユニカー (株) 製「A-187」の 10 重量%メタノール溶液に浸漬後、大気中で乾燥して芯金表面にシランカップリング剤の被膜を形成した。

樹脂：ポリアミド 6 に、直径 $6\ \mu\text{m}$ のガラス繊維 (GF) を 30 重量%含有、宇部興産 (株) 製 U B E ナイロン (登録商標)、ヨウ化銅系熱安定剤含有)

直径 $6\ \mu\text{m}$ のガラス繊維とは、平均直径が概ね $6\ \mu\text{m}$ のガラス繊維のことであり、直径で $5\sim 7\ \mu\text{m}$ の範囲のガラス繊維が含まれる。

樹脂部成形：芯金と別体に成形

成形時樹脂部外径形状：切削代を残したはすば形状を有し、内径 $64\ \text{mm}$ 、外径 $83\ \text{mm}$ 、幅 $15.5\ \text{mm}$

高周波融着：吸水処理を行なった樹脂部を、温度 140°C で 20 分加熱し、樹脂部を膨張させてから芯金に圧入した。その後、芯金温度が 350°C に上昇するまでアルゴンガス中で高周波加熱して芯金に樹脂部を融着 (接着) し、水中に入れて急冷した。その後、樹脂部に歯を切削加工し、最終的にウォームホイールに仕上げた。

(比較例 1 1)

実施例 1 1 と殆ど同じであるが、樹脂に混合するガラス繊維 (G F) として直径 $10\text{ }\mu\text{m}$ のものを使用。ここで、直径 $10\text{ }\mu\text{m}$ のガラス繊維とは、平均直径が概ね $10\text{ }\mu\text{m}$ のガラス繊維のことであり、直径で $9\sim 11\text{ }\mu\text{m}$ の範囲のガラス繊維が含まれる。

(比較例 1 2)

実施例 1 1 と殆ど同じであるが、樹脂に混合するガラス繊維 (G F) として直径 $13\text{ }\mu\text{m}$ のものを使用。ここで、直径 $13\text{ }\mu\text{m}$ のガラス繊維とは、平均直径が概ね $13\text{ }\mu\text{m}$ のガラス繊維のことであり、直径で $12\sim 14\text{ }\mu\text{m}$ の範囲のガラス繊維が含まれる。

b. 寸法安定性、耐久性、及び耐摩耗性についての試験と評価結果

第 1 1 図は寸法安定性と耐久性の試験結果を示す図、第 1 2 図は摩耗試験結果を示す図である。まず、試験の方法を説明する。

b-1. 寸法安定性の試験

寸法安定性の試験は、上記実施例 1 1 乃至 1 3、並びに比較例 1 1 及び 1 2 について、以下の環境条件 A 及び B の下に放置し、70 時間、300 時間及び 500 時間経過後のギアの外径寸法の変化量を測定した。試験結果は、いずれの条件においても変化量が $40\text{ }\mu\text{m}$ 以下を合格として「O」で表示、 $40\text{ }\mu\text{m}$ を越えるものを不合格として「X」で表示した。

条件 A : 温度 60°C 、相対湿度 90%

条件 B : 温度 80°C 、相対湿度 90%

b-2. 耐久性の試験

耐久性の試験は、上記実施例 1 1 乃至 1 3、並びに比較例 1 1 及び 1 2 のウォームホイールを実際の電動パワーステアリング装置に組み込み、以下の環境条件

C、D、E、Fの下で操舵操作を繰り返して耐久性を試験した。試験結果は、いずれの条件においても10万回の操舵操作に耐えることができたギアを合格として「O」で表示し、10万回の操舵操作に耐えられなかったギアを不合格として「X」で表示した。

条件C：温度30℃、相対湿度50%

条件D：温度50℃、相対湿度90%

条件E：温度80℃、相対湿度50%

条件F：温度80℃、相対湿度90%

第11図に示す寸法安定性と耐久性の試験結果から明らかなように、樹脂に混合するガラス繊維（GF）として直径6～7 μ mのものを使用することにより、樹脂の吸水による寸法変化が抑制されることが確認された。また、それに併せて、高温高湿度の過酷な環境の下でも、耐久性に優れていることが分かった。

b-3. 耐摩耗性の試験

耐摩耗性の試験は、上記実施例11及び12、並びに比較例11及び12のウォームホイールの樹脂材料と同じ樹脂材料で板状の試験片を形成し、この試験片とSUJ製ボール（120°等角度で3個配置、試験片を回転、ボール部頂点の接触部周囲速度1m/秒）を使用したボール・オン・ディスク試験により行った。

接触面圧 P_{max} を150～200メガ・パスカル（MPa）の範囲で設定、雰囲気温度を80℃として、試験片とボールとのグリース（基油：ポリ α -オレイン油、増ちょう剤：脂肪族ウレア）を介在させた状態で8時間回転させ、試験片の摩耗状態を観察した。

第12図に示す摩耗試験結果から明らかなように、樹脂に混合するガラス繊維（GF）として直径6～7 μ mのものを使用することにより、接触面圧が高い状態で使用しても、摩耗が発生せず、耐摩耗性に優れていることが分かった。

以上説明した実施例 1 1 乃至 1 3 では、ガラス繊維（GF）として直径 6 ～ 7 μm のものを使用した^が、直径 5 ～ 9 μm のガラス繊維を使用しても略同様の結果が得られ、寸法安定性、耐久性、及び耐摩耗性に優れていることが確認された。したがって、この発明では、樹脂歯車を形成する樹脂に混合するガラス繊維（GF）として直径 5 ～ 9 μm のものを最適の寸法とする。

以上説明した実施の形態で説明した電動パワーステアリング装置の歯車減速機構に使用した樹脂歯車は、電動パワーステアリング装置の歯車減速機構ばかりでなく、用途にかかわらず歯車機構一般に適用できることは言うまでもない。

産業上の利用可能性

この発明の電動パワーステアリング装置及びそれに使用する樹脂歯車は、車両用の電動パワーステアリング装置に使用するとき、歯打ち音や振動等の不快音の発生を抑えた耐久性に優れた信頼性の高い電動パワーステアリング装置を構成することができるほか、その樹脂歯車は電動パワーステアリング装置以外の歯車機構一般にも適用することができる。

請求の範囲

1. 電動モータによる補助動力を減速歯車機構を介して車両のステアリング機構に伝達する電動パワーステアリング装置において、

前記減速歯車機構は、金属製芯金の外側に外周面にギア歯が形成された樹脂部が一体に構成された樹脂歯車である従動歯車と、この従動歯車に噛合する駆動歯車とから構成され、少なくとも前記従動歯車と駆動歯車との間にグリースが介在している減速歯車機構であって、

前記樹脂歯車の樹脂部は、直径 $5 \sim 9 \mu\text{m}$ の範囲のガラス繊維を $10 \sim 50$ 重量%含有するポリアミド樹脂をベース樹脂とする樹脂組成物からなり、

前記グリースは、基油が鉱油、ポリ α -オレフィン油、アルキルポリフェニルエーテルから選ばれる少なくとも一種を主成分とする基油とし、増ちょう剤及び融点あるいは軟化点が $70 \sim 130^\circ\text{C}$ の範囲にあるワックスを $3 \sim 10$ 重量%の範囲で含む組成としたこと

を特徴とする電動パワーステアリング装置。

2. 前記樹脂歯車の金属製芯金と前記樹脂部との間に、片末端にエポキシ基あるいはアミノ基のいずれかを有するシランカップリング剤からなる接着層を設けたことを特徴とする請求の範囲第1項記載の電動パワーステアリング装置。

3. 前記樹脂歯車の樹脂部に含有されるガラス繊維の直径は、直径 $6 \mu\text{m} \sim 8 \mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の電動パワーステアリング装置。

4. 前記樹脂歯車の樹脂部に含有されるガラス繊維の繊維長は、 $100\mu\text{m}$ ～ $900\mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の電動パワーステアリング装置。

5. 前記樹脂歯車の樹脂部は、前記ガラス繊維の一部が炭素繊維で置換されたポリアミド樹脂をベース樹脂とする樹脂組成物からなることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の電動パワーステアリング装置。

6. 前記従動歯車及び駆動歯車は、ウォームホイール、はすば歯車、平歯車、かさ歯車またはハイポイドギアであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の電動パワーステアリング装置。

7. 動力伝達に適した樹脂歯車であって、

前記樹脂歯車は、金属製芯金の外側に外周面にギア歯が形成された樹脂部が一体に構成されており、

前記樹脂部は、直径 $5\sim 9\mu\text{m}$ の範囲のガラス繊維を $10\sim 50$ 重量%含有するポリアミド樹脂をベース樹脂とする樹脂組成物からなることを特徴とする樹脂歯車。

8. 前記金属製芯金と前記樹脂部との間に、片末端にエポキシ基あるいはアミノ基のいずれかを有するシランカップリング剤からなる接着層を設けたことを特徴とする請求の範囲第7項記載の樹脂歯車。

9. 前記樹脂部に含有されるガラス繊維の直径は、直径 $6\mu\text{m}\sim 8\mu\text{m}$ の範囲

であることを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載の樹脂歯車。

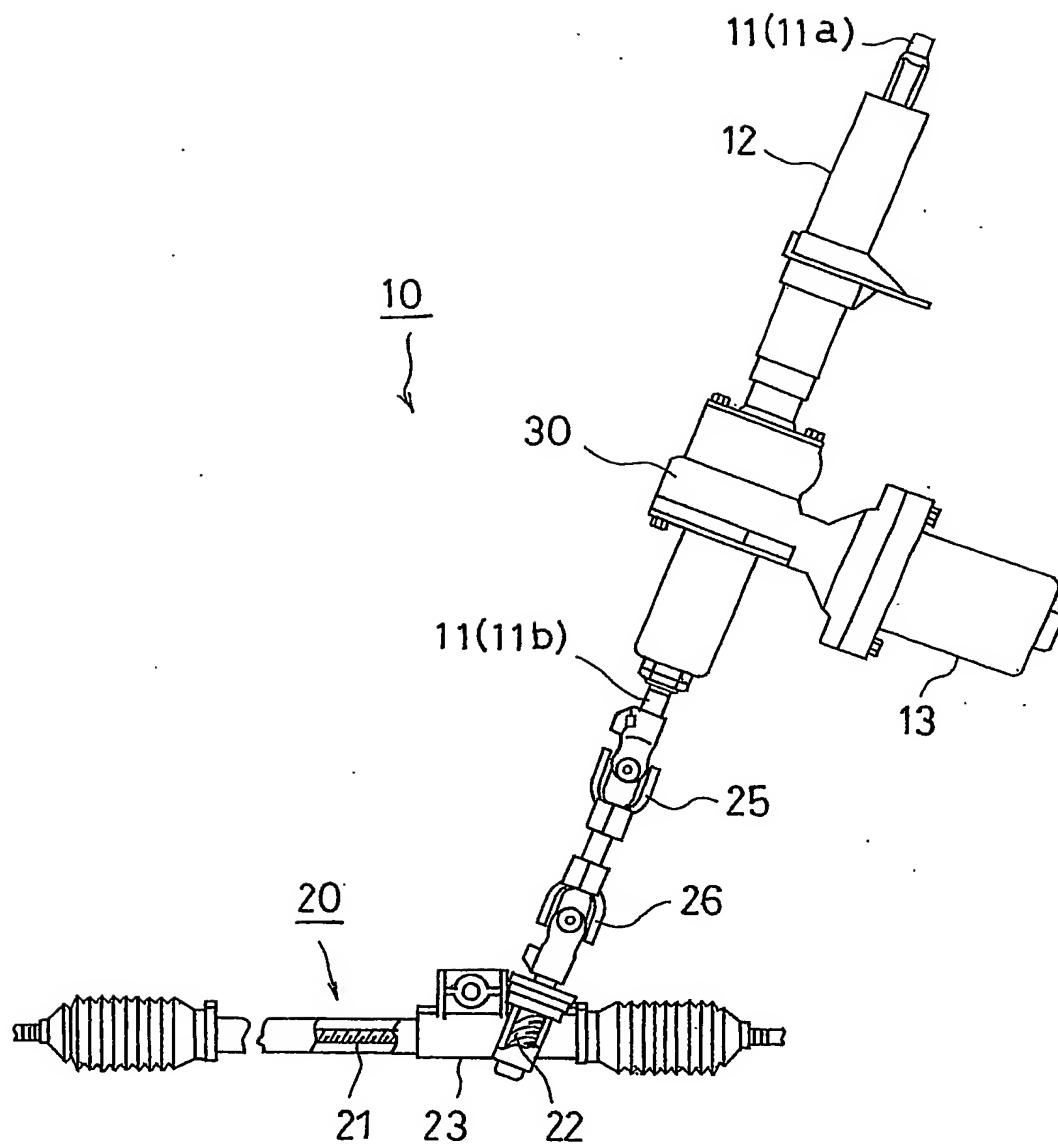
10. 前記樹脂部に含有されるガラス繊維の繊維長は、 $100\mu\text{m} \sim 900\mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載の樹脂歯車。

11. 前記樹脂部は、前記ガラス繊維の一部が炭素繊維で置換されたポリアミド樹脂をベース樹脂とする樹脂組成物からなることを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載の樹脂歯車。

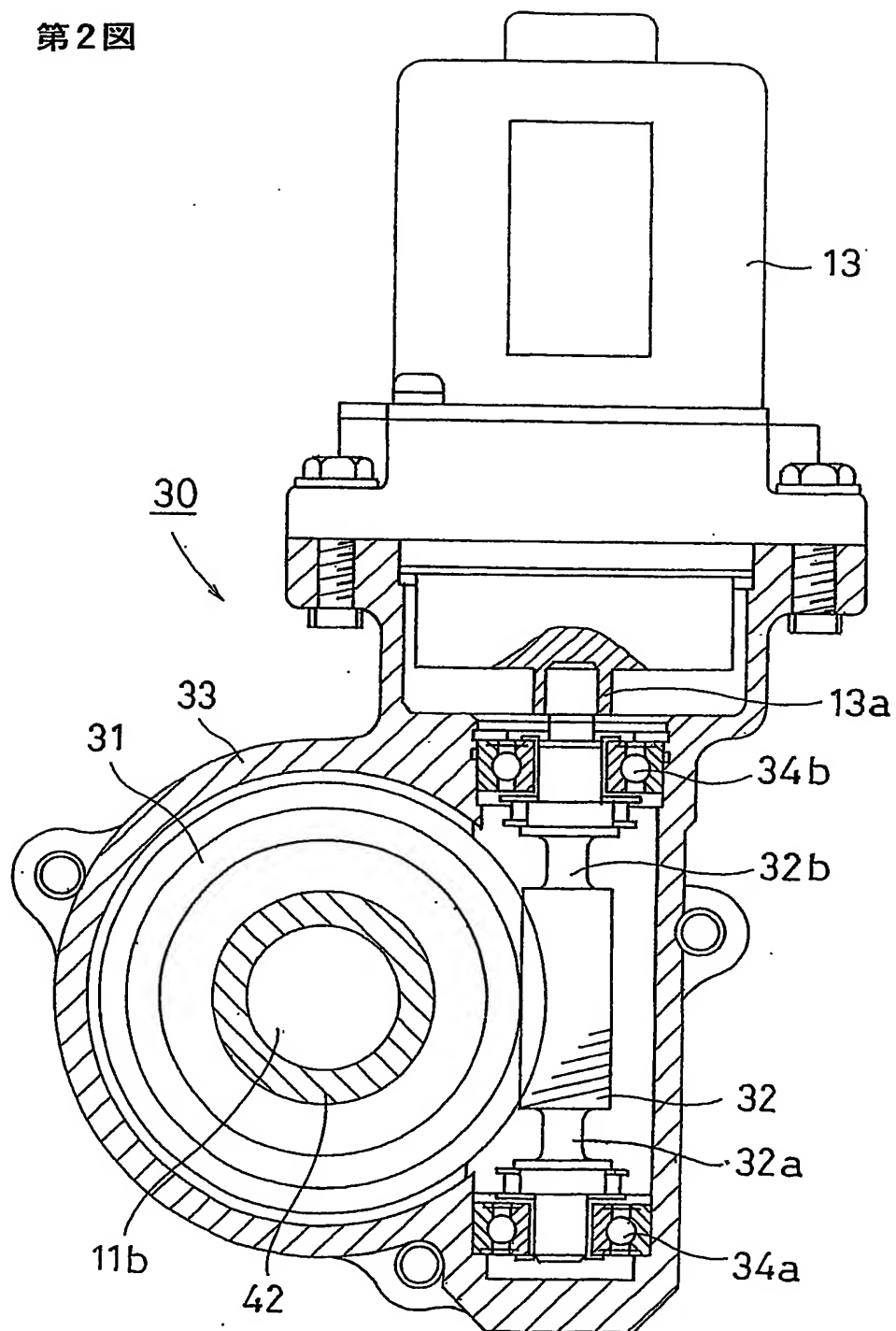
12. 前記樹脂歯車は、ウォームホイール、はすば歯車、平歯車、かさ歯車またはハイポイドギアであることを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載の樹脂歯車。

1/10

第1図

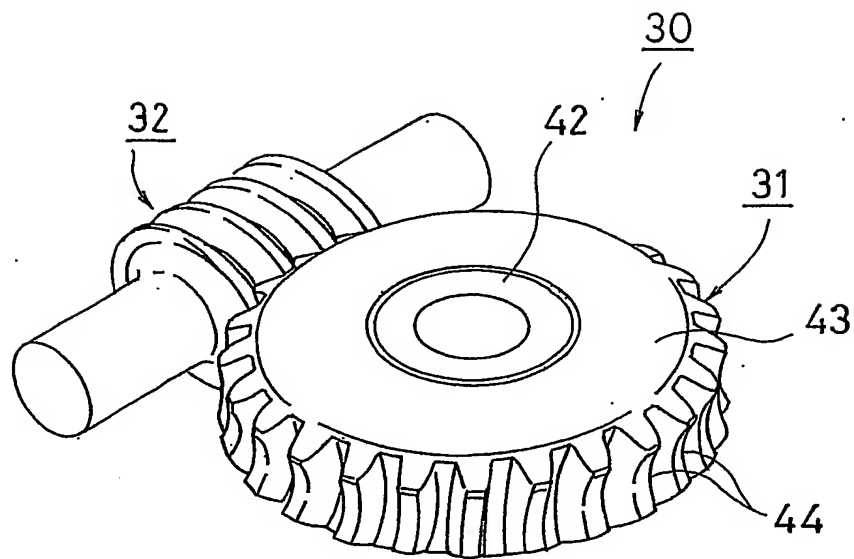


第2図

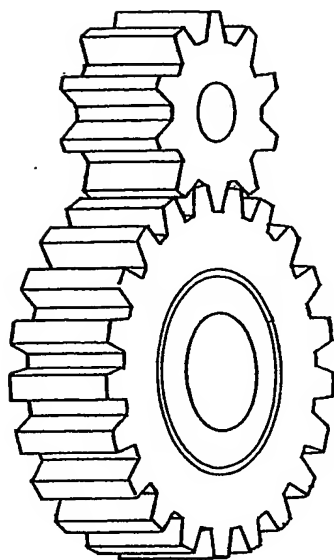


3/10

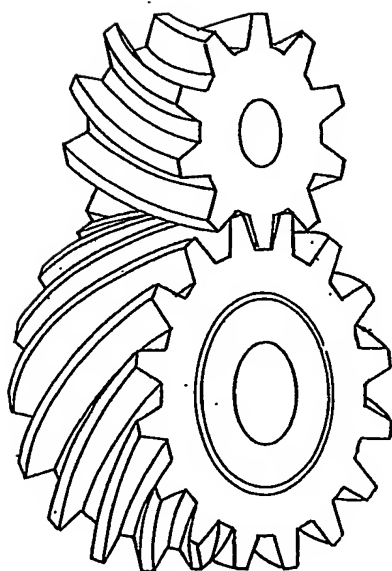
第3図



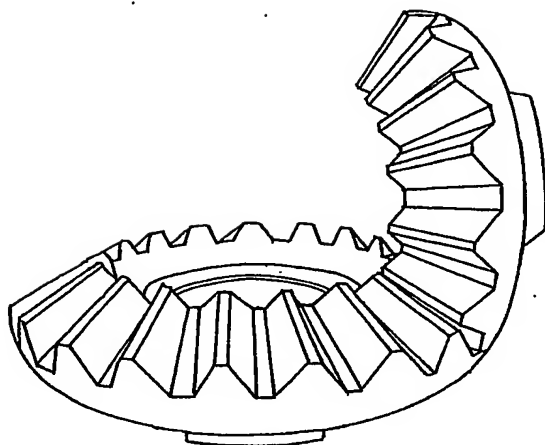
第4図



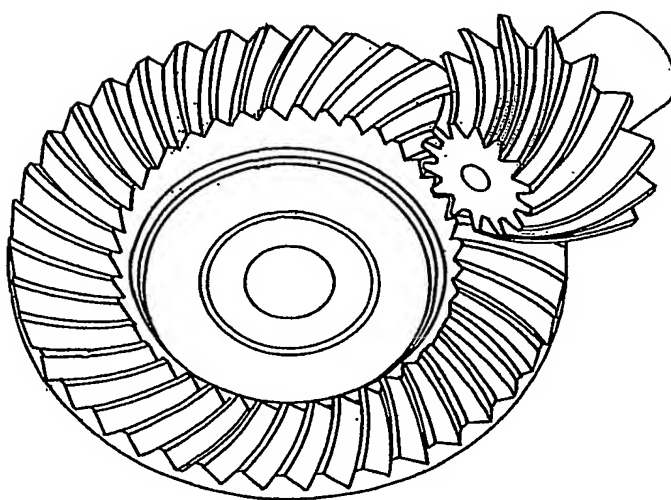
第5図



第6図



第7図



第8図

組成A～Cにおける添加剤のベースグリースに対する配合量(wt%)

	組成 A	組成 B	組成 C
ワックス	6	0	2
酸化防止剤	2	2	2
防錆剤	0.5	0.5	0.5

第9図
摩 耗 試 験 結 果

	実施例 1	実施例 2	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4	比較例 5
樹脂中のGF直径 (μm)	6	8	10	13	6	6	13
ワックス含有量 (wt%)	6	6	6	6	0	2	0
摩耗が発生しない 最大荷重 (kg)	6	6	4.5	4.0	3.0	3.5	2.5

第10図

耐久試験結果

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4	比較例 5
耐久試験結果 (条件 I)	10万回 クリア	10万回 クリア	10万回 クリア	8万回 で摩耗量 オーバー	7万回 で摩耗量 オーバー	4万回 で摩耗量 オーバー	5万回 で摩耗量 オーバー	2万回 で摩耗量 オーバー
耐久試験結果 (条件 II)	9万回 で作動性 不合格	8万回 で作動性 不合格	10万回 クリア	8万回 で摩耗量 オーバー	7万回 で摩耗量 オーバー	4万回 で摩耗量 オーバー	5万回 で摩耗量 オーバー	2万回 で摩耗量 オーバー

第11図

寸法安定性と耐久性試験結果

	実施例 11	実施例 12	実施例 13	比較例 11	比較例 12
ガラス繊維直径 (μm)	6	7	6	10	13
接着層	無し	無し	有り	無し	無し
寸法安定性 (条件 A)	70H ○ 300H ○ 500H ○	70H ○ 300H ○ 500H ○	70H ○ 300H ○ 500H ○	70H ○ 300H ○ 500H ×	70H ○ 300H × 500H ×
寸法安定性 (条件 B)	70H ○ 300H ○ 500H ×	70H ○ 300H ○ 500H ×	70H ○ 300H ○ 500H ○	70H × 300H × 500H ×	70H × 300H × 500H ×
耐久性 (条件 C)	○	○	○	○	○
耐久性 (条件 D)	○	○	○	×	×
耐久性 (条件 E)	○	○	○	○	○
耐久性 (条件 F)	×	×	○	×	×

注: 数字の後の「H」は時間をさす。

第12図

摩 耗 試 験 結 果

	実施例 11	実施例 12	比較例 11	比較例 12
ガラス繊維直径(μm)	6	7	10	13
接触面圧 P_{max}	150MPa	摩耗発生無し	摩耗発生無し	摩耗発生無し
	160MPa	摩耗発生無し	摩耗発生無し	摩耗発生無し
	170MPa	摩耗発生無し	摩耗発生無し	僅かに摩耗発生 ($2\mu\text{m}$)
	180MPa	摩耗発生無し	僅かに摩耗発生 ($2\mu\text{m}$)	摩耗発生大 ($12\mu\text{m}$)
	190MPa	摩耗発生無し	摩耗発生大 ($15\mu\text{m}$)	試験中止
200MPa	摩耗発生無し	僅かに摩耗発生 ($2\mu\text{m}$)	試験中止	試験中止

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003629

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B62D5/04, F16H55/06, C10M169/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B62D5/04, F16H55/06, C10M169/04, C08K7/14, C08L77/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-11828 A (NSK Ltd.), 15 January, 2003 (15.01.03), Column 2, line 40 to column 3, line 17 (Family: none)	1-12
Y A	JP 2002-308125 A (NSK Ltd.), 23 October, 2002 (23.10.02), Column 5, line 42 to column 7, line 25 (Family: none)	1 2-12
Y	JP 11-80540 A (Unitika Ltd.), 26 March, 1999 (26.03.99), Column 5, lines 16 to 48; column 7, lines 12 to 22 (Family: none)	1, 3, 4, 7, 9, 10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 June, 2004 (02.06.04)Date of mailing of the international search report
22 June, 2004 (22.06.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003629

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-237266 A (Mitsuboshi Belting Ltd.), 12 September, 1995 (12.09.95), Column 4, lines 7 to 21 (Family: none)	2, 8
A	JP 2001-71921 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 21 March, 2001 (21.03.01), & EP 1083112 A	1-12
A	JP 2002-21980 A (NSK Ltd.), 23 January, 2002 (23.01.02), & WO 1098678 A & GB 2369872 A	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ B62D5/04, F16H55/06, C10M169/04		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ B62D5/04, F16H55/06, C10M169/04, C08K7/14, C08L77/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-11828 A (日本精工株式会社) 2003. 01. 15, 第2欄第40行-第3欄第17行 (ファミリーなし)	1-12
Y	JP 2002-308125 A (日本精工株式会社) 2002. 10. 23, 第5欄第42行-第7欄第25行 (ファミリーなし)	1
A		2-12
Y	JP 11-80540 A (ユニチカ株式会社) 1999. 03. 26, 第5欄第16行-第48行、第7欄第12行-第22行 (ファミリーなし)	1, 3, 4, 7, 9, 10
Y	JP 7-237266 A (三ツ星ベルト株式会社) 1995. 09. 12, 第4欄第7行-第21行 (ファミリーなし)	2, 8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 02. 06. 2004	国際調査報告の発送日 22. 6. 2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 大谷謙仁	3Q 9433
電話番号 03-3581-1101 内線 3380		

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-71921 A (光洋精工株式会社) 2001. 03. 21, &EP 1083112 A	1-12
A	JP 2002-21980 A (日本精工株式会社) 2002. 01. 23, &WO 1098678 A&GB 2369872 A	1-12